

LAGUNAS DE ESTABILIZACION DE CATAMARCA. EVALUACIÓN DE SU FUNCIONAMIENTO #

M. Saracho¹, M. Flores, C. Monferran, C. Rodríguez², A Iriarte³.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO. – CONICET

Universidad Nacional de Catamarca, Avda. Belgrano 300 C.P. 4700 – Catamarca

E-mail: cdrodriguez@arnet.com.ar

RESUMEN: Las lagunas de estabilización son estanques artificiales donde el efluente es retenido varios días hasta lograr la depuración de aguas residuales. La Capital de Catamarca tiene un sistema de lagunas diseñado para tratar 444 l/s. En este trabajo se evalúa la degradación de materia orgánica, remoción bacteriana y de parásitos de la planta. Se determinó: concentraciones de oxígeno disuelto, oxígeno consumido al permanganato, demanda bioquímica de oxígeno, *Escherichia Coli* y huevos de helmintos. Se aplicaron técnicas estándares a muestras extraídas a la entrada y salida del sistema y de cada uno de los módulos. La eficiencia de remoción de DBO₅ fue de 59,4 %, la calidad bacteriológica no se ajusta a la normativa vigente y no se detectó huevos de helmintos. Se considera que los valores obtenidos obedecen al incremento del caudal y a distintos tiempos de permanencia del efluente en cada módulo por fallas de operación del sistema.

Palabras Clave: lagunas de estabilización, remoción bacteriana y de parásitos, degradación de materia orgánica.

INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas que afronta la sociedad actual es la disposición final de sus efluentes. Lo más usual es volcarlos en cuerpos de agua receptores con la consiguiente degradación de su calidad, lo que los hace inadecuados para usos posteriores. Por lo cual, el tratamiento de las aguas residuales es básico para proteger la salud, promover el bienestar de los miembros de la sociedad y minimizar los daños ambientales (Romero, 1998). Uno de los tratamientos más utilizados para este fin por los países de clima tropical y en desarrollo, por la simplicidad desde el punto de vista del manejo y control, es el sistema de lagunas de estabilización, que permite remover de las aguas residuales los microorganismos patógenos, la materia orgánica y reutilizar su efluente para fines agrícolas (Mendonça, 1999).

En las lagunas, estanques artificiales, el agua es retenida durante varios días permitiendo el desarrollo de un ecosistema natural, que puede resistir cambios en las cargas orgánicas e hidráulicas. Son procesos de tratamiento en los que se aprovecha la capacidad que tienen los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua residual. La descomposición de la materia orgánica puede efectuarse mediante procesos aeróbicos, es decir en presencia de oxígeno, anaeróbicos, en ausencia de oxígeno y facultativos en presencia o ausencia de oxígeno, pues existen microorganismos específicos, capaces de llevar a cabo la biodegradación en cualquiera de estos tres ambientes (Rojas y Castro, 1983).

En la mayoría de los países, sólo se realizan análisis de bacterias coliformes fecales para el control de patógenos en efluentes, sin embargo hay estudios que demuestran que no existe relación entre la presencia de bacterias y huevos de helmintos. Razón por la cual el riesgo potencial de adquirir enfermedades con parásitos intestinales humanos es mayor que con bacterias, ya que éstas sufren una desactivación progresiva en los sistemas de tratamiento, son más susceptibles a la clorinación y son menos persistentes en el ambiente (Semenas et al, 1999).

Las lagunas de estabilización que están diseñadas y operadas apropiadamente tienen alta eficiencia en la remoción de virus, bacterias y especialmente huevos de helmintos y quistes de protozoarios. Todos los otros procesos requieren desinfección como un proceso terciario para obtener una remoción de bacterias o virus igual a la que las lagunas pueden alcanzar mediante un proceso secundario; además, el cloro no puede matar totalmente los huevos de helmintos y los quistes de protozoarios. La laguna es el único proceso secundario que puede producir efluentes de una calidad tal que resulta apto para riego en agricultura o como fuente de agua en acuicultura (Stewart, 2005).

La OMS recomienda que si el efluente final es utilizado para irrigación restringida no debe contener más de un huevo de nemátodos intestinales por litro. Eso significa que se debe eliminar un 99,9% de los huevos de helmintos mediante procesos de tratamiento apropiado en las zonas donde las helmintiasis son endémicas y presentan riesgos tangibles para la salud. Los huevos de helmintos (de las especies *Ascaris* y *Trichuris* y de anquilostomas) son removidos a través de sedimentación y se estima que el agua residual cruda contiene 600 huevos de nemátodos intestinales por litro (Mendonça, 1999).

Parcialmente financiado UNCa, Gob. Catamarca.

¹ Profesional Secretaría Agua y Ambiente, Gob. Catamarca

² Profesional Subsec. Ciencia y Tecnología, Gob. Catamarca

³ Investigador del CONICET

Para lograr la calidad recomendada por las directrices de la OMS para riego sin restricciones, se necesita reducir la concentración bacteriana al menos en 4 unidades logarítmicas de base 10 y la concentración de huevos de helmintos, 3 unidades logarítmicas de base 10 al tratar las aguas residuales de los servicios municipales (OMS, 1989). Los estanques de estabilización con un período de retención de 8 a 10 días son particularmente eficaces para lograrlo, pero también hay otras tecnologías.

Si bien es imposible referirse en las directrices a todos los helmintos y protozoarios de importancia para la salud pública (por ejemplo, no se mencionan las especies *Amoeba* ni *Giardia*), los nemátodos intestinales estudiados deben servir de microorganismos indicadores de todos los agentes patógenos sedimentables, de mayor a menor tamaño; al parecer, otros agentes patógenos de interés pierden su viabilidad en sistemas de estanques en que la retención es prolongada. Por ende, en las directrices se supone que todos los huevos de helmintos y quistes de protozoarios se eliminarán en la misma proporción. (OMS, 1989). Teniendo en cuenta el número de huevos de helmintos presentes en el agua residual cruda y los tiempos de retención de las lagunas anaeróbicas y facultativas, puede ser necesario incorporar una laguna de maduración para asegurar la calidad del efluente recomendado por la OMS (Mendonça, 1999).

La Capital de Catamarca cuenta con un sistema de lagunas diseñado para tratar un caudal de 444 l/s., que se incrementó por la incorporación de nuevos barrios al sistema de tratamiento de efluentes. El sistema está integrado por 30 lagunas: seis anaeróbicas, seis facultativas y dieciocho de maduración (Figura 1), distribuidas en seis módulos iguales que funcionan en paralelo. El objetivo de este trabajo es evaluar la degradación de materia orgánica, remoción bacteriana y de parásitos obtenida por la planta, bajo las condiciones actuales de operación.



Figura 1. Sistema modular de Lagunas de Estabilización de la Capital de Catamarca



Figura 2. Cámara partidora de caudales. Planta de efluentes cloacales de la Capital de Catamarca.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó como indicadores de la calidad del líquido estudiado las concentraciones de oxígeno disuelto, oxígeno consumido al permanganato, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), *Escherichia Coli* y parásitos (huevos de helmintos). Las muestras del agua residual que ingresa a las lagunas, previo tratamiento primario en una cámara de rejillas de limpieza manual, fueron extraídas en la cámara partidora de caudales (Figura 2). Las determinaciones fueron realizadas según técnicas estándares y las muestras extraídas a la entrada (Figura 2) y salida del sistema (Figura 3) y de cada uno de los módulos (Figura 4), con una frecuencia mensual durante un año (marzo de 2009 a marzo de 2010). Se registraron datos del caudal tratado en cada uno de los módulos y las temperaturas del líquido a la salida del sistema.



Figura 3: Extracción de muestras salida del sistema



Figura 4: Extracción de muestras salida módulo 3

El recuento de parásitos se realizó sobre muestras de 10 litros en el efluente del sistema y en muestras de 1 litro en el agua residual cruda, analizándose además muestras compensadas extraídas a la salida de cada módulo y del sistema (mezcla de todos los módulos) cada hora y durante 12 horas los días 15/05/09 y 20/05/09 utilizando para el análisis el método de Bailenger modificado (Ayres y Mara, 1997).

La carga orgánica de las muestras extraídas, a excepción del efluente crudo, está expresada en base a la DBO₅ soluble para eliminar la interferencia causada por la proliferación de algas en las lagunas. Este indicador es una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación, por acción bioquímica aeróbica, de los productos orgánicos biodegradables presentes en el agua (Ramalho, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 5 se muestra los valores medio, máximo y mínimo de la concentración del oxígeno consumido al permanganato a la salida de cada uno de los módulos y del sistema de lagunas. No se observan variaciones significativas entre los valores medios de este parámetro en los distintos módulos. Los valores máximos se registraron a la salida de los módulos M1, M5 y M6, siendo de 18mg/l la concentración media a la salida de la planta, valor que se ajusta a la normativa vigente (Ley N° 4963/98) para la descarga a cuerpos receptores (< 20mg/l).

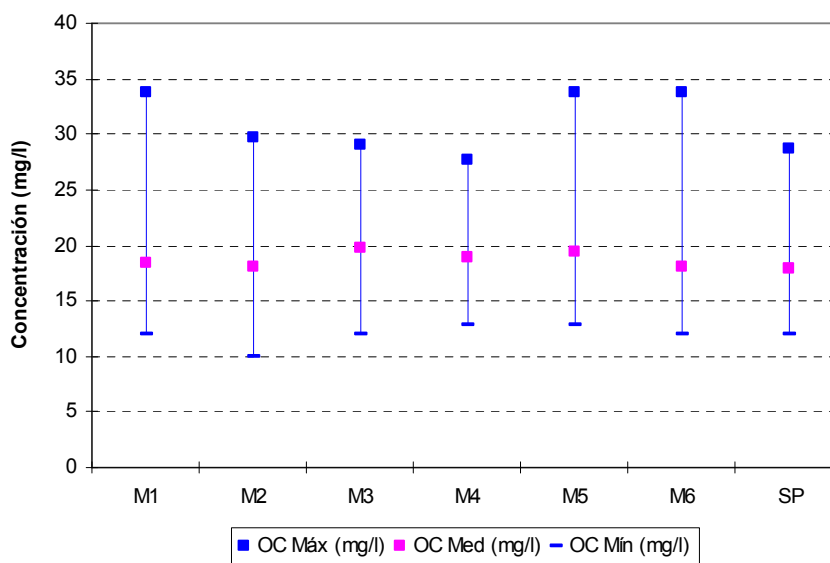


Figura 5. Concentración del Oxígeno Consumido al Permanganato a la salida de cada módulo y del sistema de lagunas de estabilización.

Las variaciones de los valores medios de la concentración de DBO₅ soluble en el sistema de lagunas de estabilización se observan en la Figura 6. Los módulos M1 y M6 son los que presentan los mayores valores medios de la concentración de este indicador de contaminación orgánica y los menores se detectaron en M2 y M5; registrándose en la salida de planta un valor medio de 31 mg/l, inferior al límite permitido por la normativa vigente para vuelco en cuerpos receptores (50 mg/l). Sin embargo, este valor resulta superior al reportado por otros investigadores para sistemas de lagunas de idéntico diseño ubicadas en el Noreste de Brasil (Mendonça, 1999) y en San Juan, Lima, Perú (Moscoso, 1999).

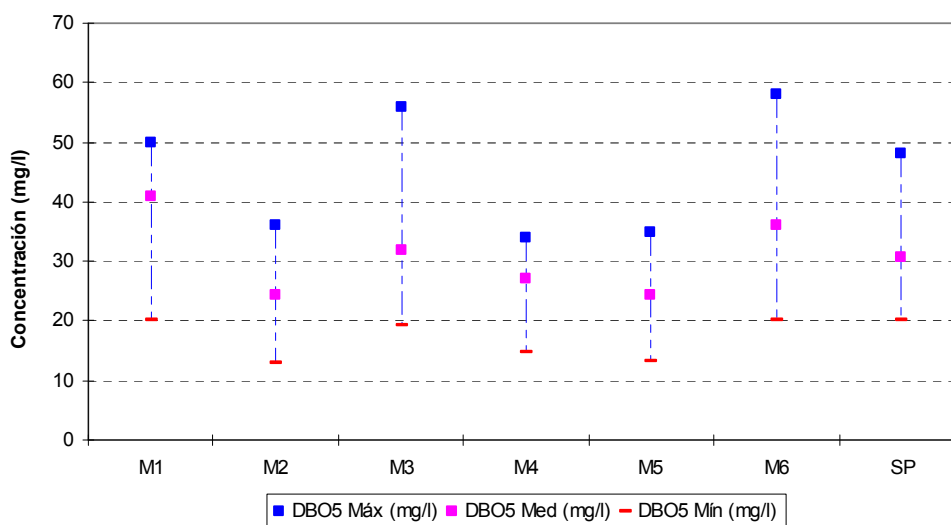


Figura 6: Concentración Demanda Bioquímica de Oxígeno a la salida de cada módulo y del sistema de lagunas de estabilización.

La menor eficiencia de remoción de materia orgánica la presentan los módulos M1 (45,8%) y M6 (52,8%) y M3 (57,8%), siendo 59,4% la eficiencia total a la salida del sistema (Tabla I). Sin embargo, en las lagunas de estabilización facultativas del municipio de Iha Solteira en San Pablo, Brasil la reducción de la DBO₅ fue de 87% (Matsumoto y Schincariol, 1999), en el complejo de lagunas de San Juan en Lima, Perú (baterías de lagunas en serie: primaria secundaria y terciaria) la eficiencia de remoción fue de 73% (Yáñez, 1986) y de 89% en el sistema de lagunas de Misiones (Piris da Motta, 1996). En función de estos antecedentes, la eficiencia de remoción de materia orgánica en el sistema de lagunas de estabilización de la ciudad Capital de Catamarca, durante el período de estudio fue inferior a la reportada por la bibliografía consultada.

Indicador M Org: DBO ₅ (mg/l)	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Salida Planta
Entrada Planta	76	76	76	76	76	76	-
Salida Planta	41	24	32	27	24	36	31
% Remoción	45,8	67,7	57,8	64,3	67,7	52,8	59,4

Tabla 1: Porcentaje de remoción de materia orgánica a la salida de cada módulo y del sistema de lagunas.

Cabe aclarar que la temperatura del líquido efluente del sistema en el período de estudio fluctuó 10,2 °C y 23,4 °C, con valores promedio y mediana de 18,3 °C y 19,0 °C respectivamente. La DBO₅ promedio del efluente que ingresa al sistema (76 mg/l) es inferior a valores característicos (200 mg/l) de este parámetro en efluentes crudos (Hernández et al., 2000). Si bien las muestras fueron extraídas después del tratamiento primario del efluente, que remueve alrededor de 35% de la DBO₅, (Romero, 1998), se considera que este valor obedece a la dilución que experimenta el líquido por el elevado consumo de agua per-capita (500 l/hab día), a pesar de ser una zona con alto déficit hídrico.

En la Figura 7 se muestra las concentraciones de OD a la salida de cada uno de los módulos del sistema de lagunas bajo estudio. Analizando los valores obtenidos, se observa que las mayores concentraciones promedio (entre 4 y 5 mg/l) en el sistema se registraron en los módulos M2 y M5, coincidentes con los menores valores de DBO₅ (24 mg/l). A la salida (vuelco sobre el río Santa Cruz) se detectó un promedio de 6,3 mg/l (para una temperatura media del líquido de 18,3 °C) ajustándose a lo requerido por la normativa vigente para la descarga a cuerpos receptores (>3 mg/l). La concentración de este indicador se encuentra dentro del rango de los datos que reportan Romero Rojas (1998) a la salida de las lagunas de estabilización de Tabio, Bogotá, Colombia para una temperatura promedio de 20°C (7 mg/l) y Piris Da Motta (1996) a la salida de las lagunas de estabilización de Posadas, Misiones para una temperatura promedio de 23°C (5,7 mg/l).

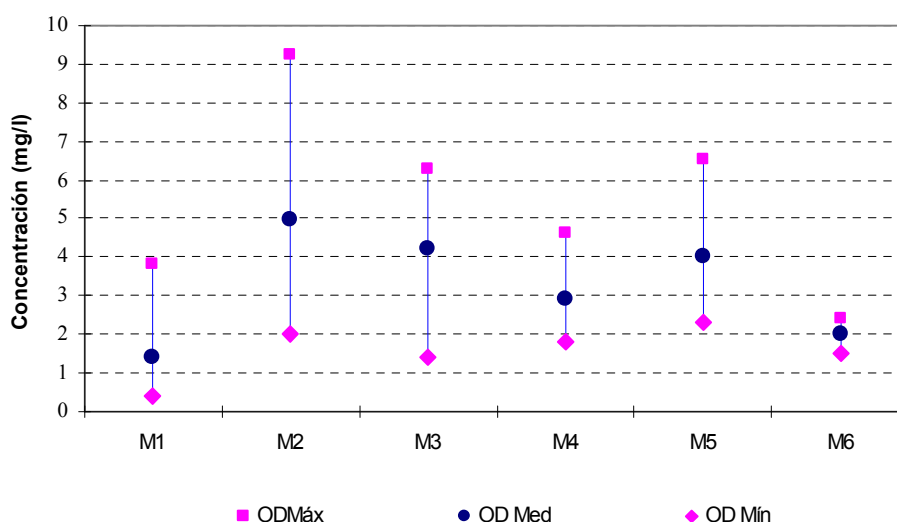


Figura 7: Concentración de OD en el sistema de lagunas de estabilización de la Capital de Catamarca

La calidad bacteriológica del líquido tratado se muestra en la Figura 8. La media geométrica de la concentración de EC a la salida del sistema ($2,1 \cdot 10^3$ UFC/100ml) supera el límite permitido (10^3 UFC/100ml) por la normativa vigente para vuelco a cuerpos receptores. (Ley N° 4963/98) y para uso agrícola (OMS, 1989); límite que es superado por la concentración de este indicador en todos los módulos, excepto en el M2. La mayor concentración de este indicador se registró en el módulo M1.

Además la calidad bacteriológica del líquido obtenido por el sistema es inferior a la registrada en el período 2005-2006 ($5 \cdot 10^2$ UFC/100ml) donde el caudal procesado fue de 500l/s para una temperatura media del agua de 18°C. (Saracho y Flores, 2008) y a la obtenida en cinco estanques de estabilización (anaeróbica, facultativa y tres de maduración) ubicados en Campina Grande, noreste de Brasil (Mendonça, 1999).

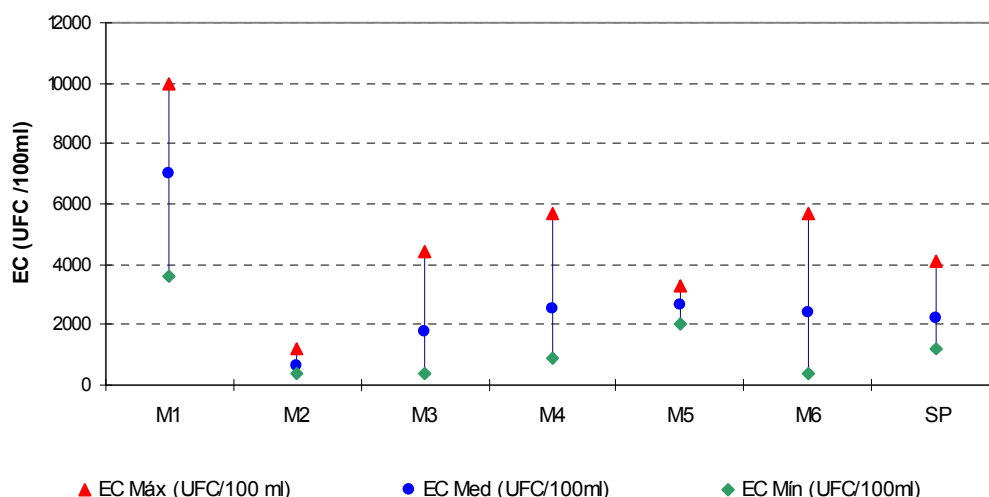


Figura 8: Indicador de la calidad bacteriológica a la salida de cada módulo y del sistema de lagunas de estabilización.

La Tabla 2 presenta los porcentajes de remoción bacteriológica en el sistema evaluados en función de la concentración de EC del líquido crudo y del efluente del sistema, siendo el valor de este indicador a la salida de la planta de 99,98%.

Indicador EC (UFC/100ml) Media Geométrica	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Salida Planta
Entrada Planta	$1,00 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	-
Salida Planta	$7,00 \cdot 10^3$	$6,55 \cdot 10^2$	$1,78 \cdot 10^3$	$2,50 \cdot 10^3$	$2,67 \cdot 10^3$	$2,40 \cdot 10^3$	$2,20 \cdot 10^3$
% de Remoción EC	99,93	99,993	99,98	99,98	99,97	99,98	99,98

Tabla 2: Porcentaje de remoción bacteriológica en los diferentes módulos y en la salida de la Planta

En el módulo M2 el porcentaje de remoción de EC es de 5 ciclos logarítmicos, mientras que en los restantes y a la salida de planta de 4 ciclos logarítmicos, valores coincidentes con los reportados por Oakley (2005) al estudiar el funcionamiento de sistemas de lagunas localizadas en Honduras. Dependiendo del número de lagunas en serie, tiempo de retención hidráulica y factores de diseño físico, sostiene este investigador que se puede lograr remociones entre 2 a 6 ciclos logarítmicos de EC.

En la Figura 9 se puede observar que existe relación entre la calidad bacteriológica del efluente obtenido y el caudal tratado en cada módulo. El módulo M1, que procesa el mayor caudal (385 l/s), correspondiente al 58,4% del total de líquido tratado por la planta muestra a la salida la menor calidad bacteriológica, con una concentración de EC de $7,0 \cdot 10^3$ UFC/100ml. Por otro lado, en el módulo M2 se obtiene una media geométrica de la concentración de EC de $6,6 \cdot 10^2$ UFC/100ml, lo que representa un porcentaje de remoción de patógenos de 99,993, el mayor del sistema. Cabe aclarar que dicho módulo trata solo el 3,8% del caudal total, lo que implica un tiempo de residencia hidráulico de 35 días, frente a un tiempo de residencia promedio del sistema de 19 días.

El caudal medio tratado por el sistema, de 659 l/s, con valores máximos de 835 l/s y mínimos de 509 l/s, supera ampliamente el caudal de diseño (440 l/s) con el que se lograba un tiempo de residencia hidráulico del líquido en el sistema de 30 días.

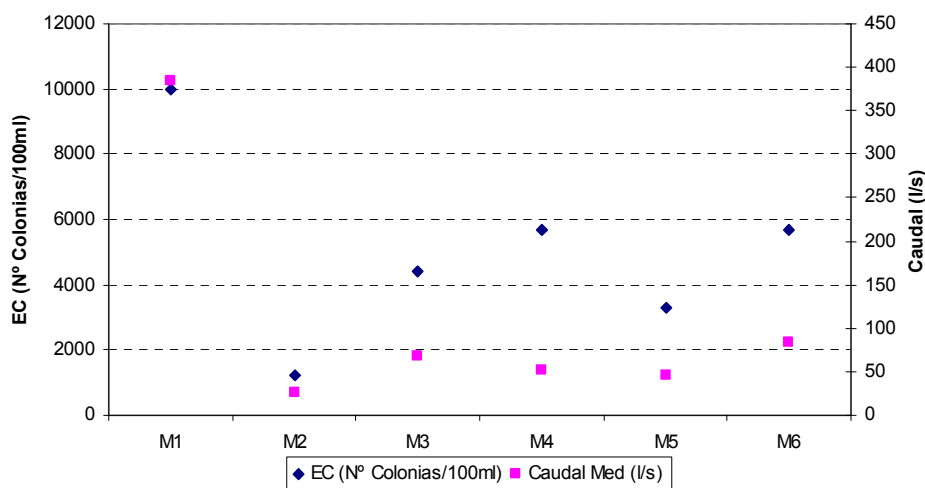


Figura 9: Variación del Indicador de calidad bacteriológica a la salida de cada módulo del sistema de lagunas con el caudal tratado.

Aún cuando los módulos fueron diseñados para tratar caudales iguales, por problemas de operación del sistema, la desigual partición de los mismos, como se muestra en la figura 9, origina distintos tiempos de retención hidráulica lo que explicaría las diferencias en la calidad del líquido obtenido a la salida de cada módulo. Además, si se tiene en cuenta que el caudal tratado actualmente por el sistema de lagunas (valor medio: 659 l/s) supera ampliamente al de diseño (444 l/s), es fundamental controlar la uniforme distribución del líquido a depurar en los módulos.

En las figuras 10, 11, 12 y 13 se muestran algunos de los procedimientos seguidos para la detección de huevos de nematodos de las muestras extraídas a la entrada y salida del sistema de lagunas siguiendo el método de Bailenger modificado. La concentración media de huevos de nematodos intestinales en el líquido crudo fue de 540/l, coincidente con lo obtenido por Mara y Cairncross (1990) en Campina Grande – Paraíba, noreste de Brasil. No se detectó en las muestras analizadas a la salida del sistema huevos de helmintos humanos, si huevos de nematodos intestinales de procedencia animal. Como el tiempo de retención hidráulico en el sistema en estudio (19 días) es superior al recomendado por las Directrices de la OMS, (8-10 días) para la remoción de parásitos en lagunas de estabilización, el resultado obtenido concuerda con lo esperado. Además, Arceivala (1970) en la India, reporta la obtención de efluentes libres de parásitos en 7 días y en las lagunas de estabilización de San Juan de Miraflores de Lima, Perú se ha logrado la remoción de quistes de protozoos con período de retención entre 8 a 15 días (Yanez, 2000).



Figura 10: Sedimento de la muestra decantada. Método de Bailenger modificado



Figura 11: Sedimento luego de centrifugar a 1000g durante 15 minutos la muestra decantada



Figura 12: Separación en tres fases después de 2° centrifugación. Fase inferior con posibles huevos de parásitos

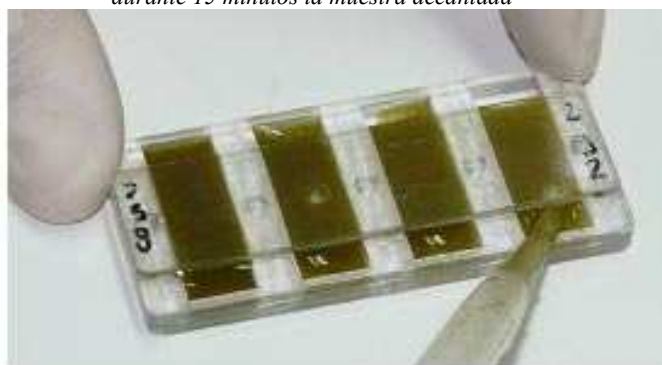


Figura 13: Llenado de portaobjeto de McMaste para observación final en microscopio

CONCLUSIONES

Los valores medios de la DBO₅ soluble y de la concentración de oxígeno consumido al permanganato del efluente del sistema no superan los límites permitidos por la normativa vigente para descarga en cuerpos receptores.

La eficiencia total de remoción orgánica alcanzada es de 59,4%, resultado inferior a los reportados por otros investigadores para sistemas de diseño similar.

Para un caudal medio de 659 l/s, la concentración media de oxígeno disuelto es de 6,3 mg/l a la salida, para una temperatura promedio del líquido de 18,3°C, valor que se encuentra dentro del rango registrado por otros autores y se ajusta a lo requerido por la normativa considerada (>3 mg/l).

El valor de la media geométrica de la concentración de EC del efluente del sistema supera el exigido para riego sin restricciones y el límite permitido por la normativa vigente, aún cuando la eficiencia total de la serie de cinco lagunas para la remoción bacteriológica es de cuatro ciclos logarítmicos.

No se detectó en las muestras analizadas huevos de helmintos de origen humano. Este resultado es concordante con lo esperado, debido a que el tiempo de retención hidráulico del effluente en el sistema, 19 días, es superior al recomendado por las Directrices de la OMS para la remoción de parásitos (8-10 días).

La diferente calidad del effluente obtenida a la salida de cada uno de los módulos obedece a distintos tiempos de residencia hidráulica por una inadecuada operación del sistema en la distribución de los caudales.

El caudal que trata la planta actualmente, 49,8% superior al de diseño, incide negativamente en la remoción bacteriana, al haberse superado la capacidad que poseen estos sistemas de amortiguar amplias variaciones de caudal.

NOMENCLATURA

EC: *Escherichia Coli*

OD: Oxígeno disuelto

OMS: Organización Mundial de la Salud

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno para t: 5 días

REFERENCIAS

- Ayres, R. y Mara D. (1997). Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. 1º edición, pp. 2 – 16. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
- Ley N° 4963/98 Ley N° 4963/98: Marco Regulatorio de Agua Potable y Desagües Cloacales de la Provincia de Catamarca.
- Mara, D y Cairncross, S. (1990). Directrices para el uso sin riesgo de aguas residuales y excretas en agricultura. OMS, Ginebra.
- Mendonça Rolim, S. (1999). Lagunas de Estabilización. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Santa Fe de Bogotá. Colombia. pp 20-23; 45-47.
- Moscoso Cavallini J. (1999). Acuicultura con Aguas Residuales Tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan, Lima, Perú. Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 42. AIDIS Argentina. Pp 20-23.
- Hernández M, Hernández L, Galán M. (2000). Manual de Depuración Uralita. Paraninfo. 2º Edición. Pp 13-17.
- Oakley Stewar (2005). Lagunas de Estabilización en Honduras. Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad. Universidad Estatal de California. Pp 27-31.
- OMS (1989). Directrices Sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Serie de Informes Técnicos de la OMS N° 778, Ginebra.
- Piris da Motta, M. (1996). Criterios de diseño y evaluación de lagunas de estabilización. Presentación de la evaluación de lagunas realizadas en la provincia de Misiones: estudio de impacto ambiental. Serie Apuntes Técnicos. Tomo I. Seminario taller, pp 18 - 28. AIDIS, Rosario.
- Ramallo, R. (1999). Tratamiento de aguas residuales. 1º edición castellana, pp 8-19. Editorial Reverté. Buenos Aires.
- Rojas y Castro de Esparza (1983) Constante de Desoxigenación y su Importancia en el Desarrollo de Ecuaciones de Diseño para Lagunas de Estabilización. Congreso Iberoamericano de Ciencias Químicas. Lima, Perú.
- Romero R., J. (1998). Acuitratamiento por Lagunas de Estabilización. 3º Edición, pp 75-155. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.
- Saracho M, Flores M. (2008). Evaluación de la eficiencia de reducción bacteriana del sistema de tratamiento de effluentes de la Capital de Catamarca, Argentina. Las fronteras de la Física y Química Ambiental en Ibero América. Universidad Nacional de San Martín. pp .345-347. Buenos Aires
- Semenas, L.; Brugni, N.; Viozzi, G. y Kreiter, A. Monitoreo de parásitos en effluentes domiciliarios. Revista Saúde Pública. 1999, vol.33, n.4 pp. 379-384 ISSN 0034-8910. San Pablo, Brasil.
- Yáñez F. (2000). Aspectos Destacados en la Tecnología de Lagunas de Estabilización. Seminario Internacional. Tratamiento de Aguas Servidas. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Porto Alegre. Brasil. pp 3-10.

ABSTRACT: Waste stabilization ponds (WSP) are artificial ponds for the biological treatment of sewage and domestic wastewater. The capital of Catamarca treats its wastewater in a system of WSP designed to treat 444 l / s. This article assesses the removal of organic matter, bacteria and parasites in this wastewater treatment plant. Dissolved and consumed oxygen, biochemical oxygen demand (BOD₅), *Escherichia Coli* and Helminth eggs were determined in samples taken before and after the treatment. BOD₅ removal efficiency was 59,4 %. Helminth eggs were not detected in effluent of the system but bacteriological quality does not comply with discharge standards. This system is overloaded and this might explain low removal efficiencies observed in this study.

Keywords: waste stabilization ponds, removal of bacteria and parasites, degradation of organic matter.